

# 电子江图显示与信息系统设计及其实现\*

陈伟<sup>1)</sup> 赵鹏<sup>2)</sup> 齐传新<sup>2)</sup> 刘美生<sup>2)</sup> 王志松<sup>2)</sup>

(武汉理工大学信息工程学院<sup>1)</sup> 武汉 430063) (武汉理工大学航运学院<sup>2)</sup> 武汉 430062)

**摘要:**讨论了电子江图与信息系统的理论基础——电子地图、地理信息系统方法和内河模拟引航船舶运动数学模型的建立,分析了系统的开发流程和作为电子江图基础的数据库方法,研究了典型航段电子江图与信息显示的设计与实现技术。

**关键词:**电子江图;地理信息系统;数据库;模拟引航

**中图法分类号:**U675.79;U675.81

## 1 理论基础

### 1.1 电子地图与地理信息系统方法

地图是现实世界的模型,它按照一定的比例、一定的投影有选择地将复杂的三维现实世界的某些内容投影到二维平面媒介上,并用符号将这些内容表示出来。地图的三个基本元素是比例尺、地图投影和符号。二维平面媒介可以是纸张、透明薄膜、计算机屏幕等。由于地图用符号在二维平面上表达缩小了的三维现实世界,故从三维空间投影到二维空间必然引入几何变形<sup>[1]</sup>。

设计和使用地图符号将地面特征、地址和其它位置信息显示在地图上,使用不同地图符号对地面特征加以区分,并进行图形编码,从而达到在二维地图上存储数据的目的。

地理信息系统(GIS)是搜集、储存、检核、集成、处理、分析和显示定位于地球空间的数据系统。地理信息系统,按其研究开发针对的目的可以分为国家基础地理信息系统、城市地理信息系统、企业地理信息系统等等。按其研究开发针对的范围可以分为全球的、区域的和局部的地理信息系统;按其时空模型可分为二维(位置模型)、三维(位置模型+数字高程模型)和四维(三维+时间维)地理信息系统或动态地理信息系统。

地理信息系统的地理分析方法包括:空间查询、缓冲区分析、拓扑叠加分析、线性网络分析、格网叠加分析和地形分析等。地理信息系统的方法不仅在资源管理及设施的管理和规划中发挥着日益重要的作用,GIS作为一门综合性技术,它与其它技术相互融合,如与CAD、多媒体、通信、INTERNET、办公自动化、虚拟现实等多种技术结合,形成了综合的信息技术<sup>[2]</sup>。

### 1.2 船舶运动数学模型的建立

模型是关于原型的简化和抽象化。构造模型的基本目的在于通过对模型的研究获得实际系统的重要信息,从而预报实际系统某些方面的动力学行为,为进一步地分析、决策提供依据。采用模型对实际系统进行研究在经济上可以节省费用,在时间上可以加快进程,在安全性上可以有绝对的保证。研究系统行为所用的模型可以采用物理模型、数学模型。后者是对动态系统特性的高度概括和理论抽象,是在更高的层次上反应原型中实际过程的物理本质和变量的数量变化规律。它主要运用变量、参数、代数方程式、微分方程式以及各种逻辑判断等数学语言对动态系统进行描述。

船舶是一个典型的动态系统。动态系统研究中主要关心的是瞬态过程,这时系统的状态变量是时间的函数。每个动态系统都是由一些子系统组成,每一子系统由一些部件组成,而每一部件又

收稿日期:2001-02-22

陈伟:男,38岁,博士生,副教授,主要研究领域为信息与通信工程

\* 交通部重点学科建设资助项目(教高字[1998]093-10)

可分成一些基本元件.系统通过边界与它的外界相区分和相联系,进行能量和信息的交换.

船舶运动数学模型是船舶运动仿真与控制问题的核心.由于外力的不确定以及外力之间的相互干扰使得建模工作难度比较大.主要表现为:

1) 船舶的类型结构复杂:单船有客船,货船,船队的类型更加复杂,除了顶推船队、吊拖船队还有木排等.

2) 船舶的结构复杂:为保证船舶在受限航道内和恶劣的水文条件下有良好的操纵特性,所以在船舶设备结构中增加了一些操纵性设备如多桨舵配合,尾呆木等.

3) 外部环境复杂:航道特性各异,流态多变,航道浅、窄、弯、急.

船舶基本运动方程是建立在以下假设上的:

(1)深广水域;(2)静水面;(3)忽略横摇和升沉;(4)外力可以线性叠加不考虑非线性因素<sup>[3]</sup>.

## 2 系统开发流程

电子江图显示与信息系统设计主要工作流程如图1所示.本系统的开发工作有三步:(1)将纸制的江图利用GIS(地理信息系统)平台,通过扫描、分层、矢量化、着色转化为电子江图;(2)建立电子江图的信息数据库,存储电子江图航道的主

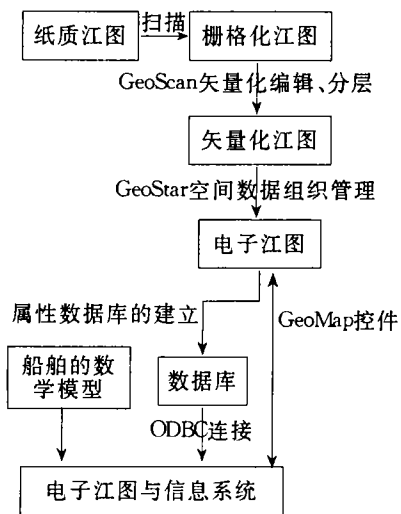


图1 电子江图与信息系统开发流程

要信息,并实现信息的查询;(3)在前两步完成的基础上,进行二次开发,建立典型船舶运动的数学模型,调用数据库中的数据,模拟船舶在电子江图上的驾驶.模拟引航开发的具体实现过程是:将船舶模型对象置于电子江图及信息系统中,并根据船舶操作性能及河流的物理位置参数对不同性能

船舶的影响,来控制 and 操纵船舶,实现基于电子江图的模拟引航.

## 3 数据库设计

### 3.1 电子江图数据库需求分析

根据内河航道参考图及相应资料,应用GIS平台制作出能够满足船舶航行使用的内河航道电子江图.内河航道必须考虑复杂的航道情况,如水深、航宽、水流、急弯、河床、桥区、闸区等.船舶的运动轨迹与海上航行相比,所受到的参数影响要复杂的多.内河航道的空间地理数据和信息也有其自身的特点,因此,数据库内容和结构也较为复杂,必须包括航流(航段)的平面图,航道宽度、深度、流速、流向、风力、风向、表面流态、实景视频图像、图片、水上、岸上建筑物的三维视景图等.电子江图要能满足在不同流速下的船舶航行,应具有较强的可操作性,根据需要能上、下、左、右平移或旋转.考虑到GIS具有较强的地理数据库管理与数据处理能力,电子江图与信息系统采用GIS作为应用系统的基础软件平台是必要的<sup>[4]</sup>.

在船舶驾驶中除需要查询水深、航宽、河床深浅、港口信息、水文气象等外,还需要检索本地江图,这些信息有的是空间信息,有的是属性信息,并且两者之间存在某些对应关系,可通过检索得到相应的属性信息,也可通过查询,检索属性信息得到相应的空间信息,这就需要强大的地图处理功能来支持,如缩放、分层、叠加、定位、导航等.

### 3.2 数据库逻辑结构设计

逻辑结构设计的目的是对电子江图中不同信息层的图形数据定义其名称和字段类型,如:地物类名称、地物类代码和地物类类型等,使之能与属性表中的库元素建立对应关系.表1是助航设备层逻辑结构与属性表中助航设备库设计的举例<sup>[5]</sup>.

### 3.3 数据库物理设计

首先在GeoScan上对栅格图(即扫描进计算机的航道图)进行数字化(矢量化)后,得到了数字化的江图.这种数字图是对于一张张扫描图分别进行矢量化的产品,但这种格式的数字图还不能在GeoStar平台上使用.要想在GeoStar上使用,必须对之进行转化文件格式.用工程和工作区将这些数字图组织起来,然后才能进行各种操作,如:与属性表关联,进行空间查询与属性查询,制作报表与专题图等.

表 1 助航设备层

地物类名	地物类代码	地物类类型
过河标 1	9011P	点
过河标 2	9012P	点
锥(罐)形浮标 1	9041P	点
锥(罐)形浮标 2	9042P	点
锥(罐)形岩标 1	9051P	点
锥(罐)形岩标 2	9052P	点

助航设备库;过河标库;锥(罐)形浮标 1 库;锥(罐)形浮标 2 库;锥(罐)形岩标 1 库;锥(罐)形岩标 2 库;灯船 1 库;灯船 2 库;过河浮标 1 库;过河浮标 2 库;左右通航标 1 库;左右通航标 2 库;专用浮标库;其他标库;罗经标 1 库;管线标 1 库。

### 3.4 数据库实现方法与步骤

在数据库的建设过程中,考虑了系统的兼容性和信息的规范性、标准化,对数据进行了严格的质量控制,并采取了有效的数据更新手段,保证了数据的可靠性、准确性和实时性。

根据课题特点和国际 GIS 应用系统开发趋势,系统采用流行的 Client/Server 体系结构开发,应用程序放在前台客户端,前台操作系统采用中文 WindowsNT 平台,前台开发工具采用 Visual Basic;属性数据库和空间数据库放在后台服务器端,后台平台为 GeoStar 地理信息系统平台,后台数据库为 Microsoft 的 Visual FoxPro,前后台系统之间采用 Active X 方式调用,应用程序与数据库之间通过 ODBC 接口联接。

空间信息主要是长江流域航道图,地图按一定比例存入计算机,根据地图特点和系统要求,整个地图共分为若干层。在 GeoStar 中,图层是一种逻辑概念,图层由多个地物类组成,每个地物类对应一个属性信息表,地物类中的一个对象或图形元素对应属性表中的一个记录。属性信息数据库放置在后台,表的数量和表结构字段都较多,存储了系统所要查询的一切属性信息,主要包括水深、航宽、河床深浅、港口信息、水文气象等。

## 4 典型航段电子江图与信息显示的设计与实现

### 4.1 系统的主要功能模块

1) 作为纸质江图的替代品,应具有纸质江图的全部功能,电子江图和纸质江图在直观上是一

致的;

2) 作为电子江图,应具有电子江图的特殊功能,如江图图形处理的放大、缩小、漫游、移动,以及江图数据管理的分层、自动换图等;

3) 作为信息系统,查询功能是必不可少的。

此外,江图随着季节、时间的变化,也会有变化,要把这些变化反映到电子江图上,就需要有编辑、修改等功能<sup>[5]</sup>。

### 4.2 系统的程序设计

在系统的开发过程中,控件的使用是一项关键技术。在 VB6.0 提供开发环境下,可以引用很多控件来完成所需的功能。系统中除了常用的 VB6.0 提供的控件外,还添加了用于菜单编辑的 Activebar,GeoStar 提供的 GeoMap,用于数据库连接的 ADO 等控件。因为 GeoMap,Activebar 控件不是 VB6.0 自带的,对于非 VB6.0 提供的控件,需要注册后才能使用。

### 4.3 信息查询模块

以下以电子江图与信息系统中的信息查询与显示模块为例说明程序设计的基本思想。查询结果的显示是通过 ODBC 的 ADO 技术与数据库相连,从引用中选取 Microsoft ActiveX Data Objects 2.0 Library 之后就可以使用。

GeoMap 提供了很多种查询功能,常用的有点查询、线查询、矩形查询、多边形查询等。查询的实现方式要借助于基本操作中的拉框、绘线、绘点、绘多边形等操作来确定查询的范围,在此基础上利用 GeoMap 控件的查询方法查询,系统主要采取点查询,借助于方法 Map.QueryObjectsByPoint(Point, fea, saveName)来实现。

上述方法运行成功之后返回一个查询结果集,结果集的名称为 saveName,如果在调用方法之前用户为 saveName 设定了值,那么结果集的名称将为用户设定的值,如果没有设定,方法内部会设定为一个缺省值——“查询结果集”+查询次数。GeoMap 控件提供了一组有关查询结果集的对象和方法:

Map.queryResult——一次查询的结果集

Map.queryResults——可以存放多次查询的结果

Map.QueryResultOfWorkspace——查询结果集中涉及到的工作区

Map.QueryResultOfFeature——查询结果集中涉及到的地物类

要得到查询结果集名为 curname 的对象,以

下代码即可实现:

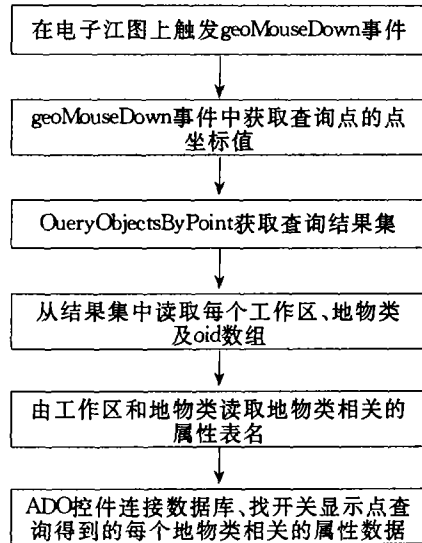


图2 查询信息流程

```

Dim result as geomap.queryResult
Dim queryResult As GeoMap.queryResult
Dim qrWorkspace As GeoMap.QueryResultOfWorkspace
Dim qrFeature As GeoMap.QueryResultOfFeature
Dim oidArray
Dim tableName as string
set queryResult = map.QueryResults(curName)
wscount = queryResult.WorkspaceCount
For i = 0 To wscount - 1
    Set qrWorkspace = queryResult(i)
    feacount = qrWorkspace.FeatureCount
  
```

```

For j = 0 To feacount - 1
    Set qrFeature = qrWorkspace(j)
    tablename = qrFeature.DBTableName
    OidArray = qrFeature.oidArray
  
```

其中 queryResult 是名为 curName 的查询结果集,因为点查询集中可能有多个工作区,工作区中有多个地物类,这样以上的循环语句就能将其中每个工作区 qrWorkspace 和每个地物类 qrFeature 读出来,而地物类的 DBTableName 属性表示和地物类相关的数据表名。

得到 DBTableName 之后通过 ODBC 的 ADO 连接数据库的机制,访问数据库中与该地物类对应的属性数据。主要流程如图 2 所示。

#### 参考文献

- 1 安小冬,叶嘉安.地理信息系统及其在城市规划与管理中的应用.北京:科学出版社,1998.118
- 2 钟耳顺.地理信息系统技术开发、应用与产品化.中外科技信息,1998(12):45
- 3 陈伟,赵鹏,高孝洪.电子江图与信息系统中的关键技术.严新平,曹钟勇主编:中国交通研究与探索,北京:人民交通出版社,1999.600~602
- 4 陈伟,赵鹏等.基于GIS的电子江图显示与信息系统数据库设计.武汉交通科技大学学报,2000,24(5):485~487
- 5 陈伟,牟军敏,赵鹏等.基于GIS电子江(海)图与信息系统的内河模拟引航研究.中国航海,2001,(1):22~26

## Design and Application of Inland-waterway Electronic Chart Display and Its Information System

Chen Wei<sup>1)</sup> Zhao Peng<sup>2)</sup> Qi Chuanxin<sup>2)</sup> Liu Meisheng<sup>2)</sup> Wang Zhisong<sup>2)</sup>

(College of Information Engineering, WUT, Wuhan 430063)<sup>1)</sup>

College of Navigation, WUT, Wuhan 430062)<sup>2)</sup>

#### Abstract

Firstly, This paper discusses the theoretical basis of inland-waterway electronic chart display and its information system (IECDIS)-electronic chart, geographical information system (GIS) and mathematic modeling of inland-waterway simulate pilotage. Secondly, it analyses the system developing program and the database method. And At last, it provides the design and realization technique in typical reach of a river using IECDIS.

**Key words:** inland-waterway electronic chart; geographical information system; database; simulating pilotage